

지하레이더를 이용한 고고학적 유적지 탐사에 관한 연구 A Study on Detecting of Archaeological sites Using GPR

이종출¹⁾, Jong-Chool Lee · 이영대²⁾, Young-Dai Lee · 이현재³⁾, Hyun-Jae Lee · 장호식⁴⁾, Ho-Sik Jang

¹⁾ 부경대학교 건설공학부 교수, Professor, Division of Construction Eng., Pukyong National University

²⁾ 부경대학교 건설공학부 교수, Professor, Division of Construction Eng., Pukyong National University

³⁾ 부산대학교 대학원 지질학과 박사과정, Ph. D. Candidate, Dept. of Geology, Pusan National University

⁴⁾ 부경대학교 대학원 토목공학과 박사수료, Ph. D. Candidate, Dept. of Civil Eng., Pukyong National University

SYNOPSIS : This study was performed in two ways, which are 'Before' 'After' carrying out trench search through GPR which is called 'Non Destructive Geophysical' to the expected area where the remains of historic interest could be distributed within the construction site from Dae-gu to Busan. As a result, the layer containing gravel and sand has more irregular specular surface than others containing silt and clay. And, this paper, irregular specular surfaces of prominence and depression patten appeared. After performing trench search, verified that the site yield dolmens and lots of stone implements.

Key words : GPR, Archaeological sites, Trench search

1. 서론

최근 급속한 경제개발과 삶의 질 향상에 수반되는 사회기반시설의 수요증가로 인하여 우리 나라는 무분별한 국토개발이 진행되고 있으며, 역사적 또는 문화적 가치가 있는 고고학적인 유적지가 소실되어 국가적으로 큰 손실을 보고 있다. 따라서, 국토개발로 인한 고고학적인 유적지의 손실을 막기 위해, 최근에 들어서 첨단 비파괴 탐사 방법인 GPR(Ground Penetration Radar) 탐사 방법을 적용하여 국토건설 사업 시행에 앞서 사전에 미리 유물 및 유적이 있는 곳을 빨리 찾아 건설공사 공기를 단축할 수만 있다면 이는 국가적으로 큰 이익을 도모할 수가 있다고 본다. 따라서, 본 연구에서는 불규칙하게 매장되어 있는 유적지를 비파괴 방법으로 탐사하고자 한다.

2. 지하탐지 레이더(GPR) 탐사법

2.1 GPR에 의한 탐사법

GPR 탐사법은 고주파 대역(6~1800MHz) 전자파(Electromagnetic Wave)를 송신기에 의하여 지하 또는 인공의 구조물로 방사시켜 서로 전기적 물성이 다른 지하매질 또는 인공 구조물의 경계면에서 반사되는 파를 수신기로 수집하여 기록한 뒤, PC에 의한 좌표처리와 해석과정을 거쳐 지하 또는 인공 구조물의 구조와 상태를 규명하여 영상화하는 매우 간편한 첨단 비파괴 탐사법이며, 이 탐사법의 모식도를 나타내면 그림 1과 같다.

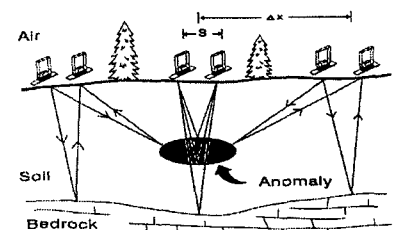


그림 1. GPR 탐사법 모식도

2.2 GPR 탐사법의 종류

지하레이다 탐사법에는 반사법, CMP법, 투과법의 3가지가 있으며 그림으로 나타내면 그림 2와 같다.

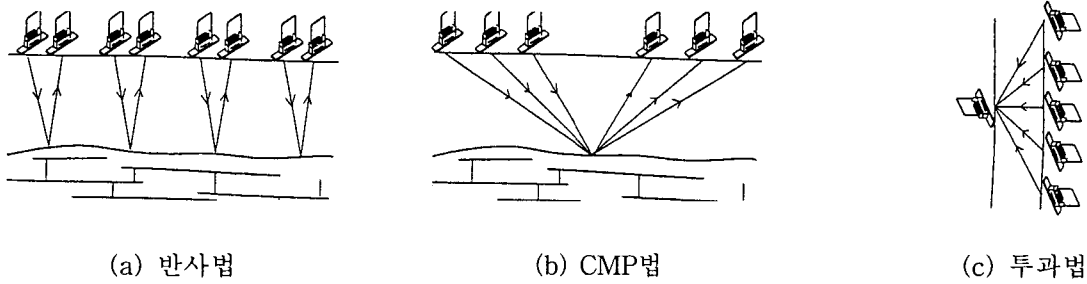


그림 2. G.P.R 탐사법의 종류

① 반사법(Reflection Mode)

지반조사를 위한 가장 일반적인 방법으로써, 송신기와 수신기를 일정한 간격(AS:Antena Separation)으로 고정시킨 후, 일정한 간격(Δx)으로 이동시키면서 조사하는 방법이다.

② CMP법(Common Mid Point Mode)

송신기와 수신기를 일정한 간격으로 벌려가면서 탐사하는 방법이다. 이 방법을 쓰면 지반내에서 전자파의 전파속도를 구할 수 있기 때문에 목표물까지의 깊이를 정확히 알아낼 수 있다.

③ 투과법(Transillumination Mode)

건물의 기둥이나 교각 내부의 균열조사등에 이용할 수 있는 방법으로서, 반사파가 아닌 투과파를 수신한다는 점에서 반사법과는 크게 다르다. 이 방법은 시추공을 뚫어 지하단면을 영상화하는 지오토포그래피(Geotomography)와 같은 원리이다.

3. GPR를 이용한 매장유적지 탐사

본 연구를 위한 대상지 위치는 현재 대구 - 부산 간 고속도로 건설공사 구간 중에서 고고학적으로 유적지 분포가 예상되는 ○○지역을 대상으로 비파괴 탐사방법인 GPR를 적용하였다. 연구기간은 2002. ○. ○ ~ 2002. ○. ○의 약 40일간 기간을 두어 유적지 발굴을 위한 트렌치 조사 이전과 이후로 나누어서 실시하였고, 관측 장비는 Pulse EKKO Series로 연구 대상 위치여건상 지표면이 고르지 못한 관계로 대상 위치의 자료 획득과 일정한 가탐심도를 유지하기 위해 100MHz와 225MHz 송신안테나를 사용하여 실시하였다.

4. GPR 탐사결과 분석

4.1 트렌치 조사 이전의 탐사결과 분석

그림 3과 같이 트렌치 조사 이전의 탐사 구역을 모두 20개의 축선으로 나누어서 탐사를 하였다.

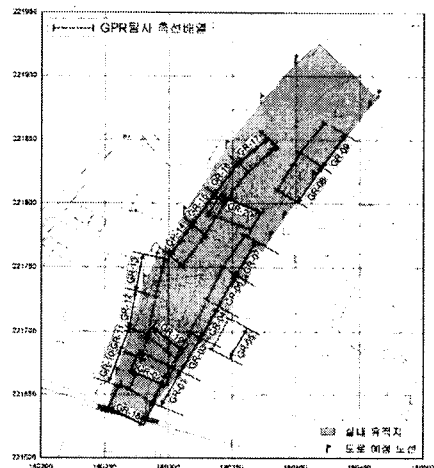


그림 3. 트렌치 조사 이전의 탐사 구역

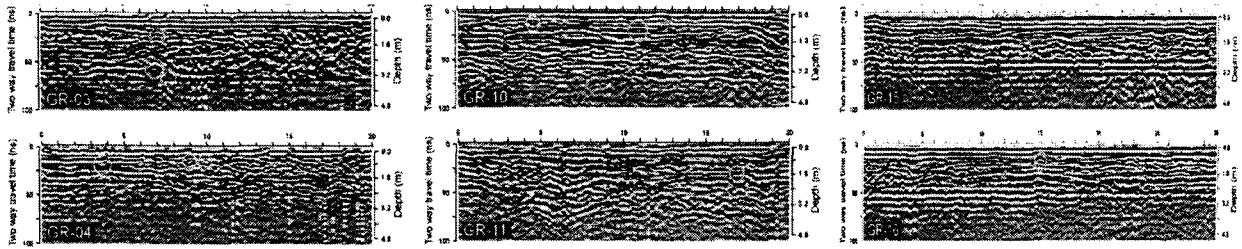


그림 4. 트렌치 GR-03, 04, 10, 11, 15, 16 구간

측선 20개의 구간 중에서 그림 4에서와 같이 GR-03은 탐사해석 결과 5 ~ 10m 지점에서 전자파의 반사면이 굴곡으로 나타났다. 이것은 이 지점의 지하 상태가 약 2.0m을 전후로 하여 변화를 보이고 있고, 원지반 즉, 실트질 보다는 자갈 또는 그 이상의 전석으로 해석되었다. 이후 전면 발굴에서는 지석묘 하부에 해당하는 유물인 것으로 확인되었다.

GR-04의 해석결과로는 지표에서 1m 전후의 심도에서 이상대가 나타났는데, 이는 자갈층과 실트질 또는 점토층 경계지점에서 나타나는 것으로 판단되었으나, 트렌치 조사 후 다수의 석기가 발견된 것으로 확인되었다.

GR-10, GR-11, GR-15, GR-16의 탐사측선 해석 단면도에서는 공통적으로 원으로 표시된 부분이 이상대를 나타내는 지점으로, 공통적인 특징은 자갈층과의 경계지점이나 점토 또는 실트층내에 나타나는 경향이 많았고, 전면 발굴 이후에서도 일치하는 것으로 나타났다.

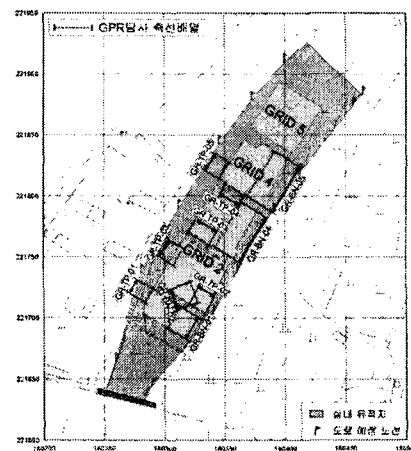


그림 5. 트렌치 조사 이후의 탐사 구역

4.2 트렌치 조사 이후의 탐사결과 분석

그림 5와 같이 트렌치 조사 이후의 탐사 구역은 모두 10개의 측선으로 나누어서 탐사하였다.

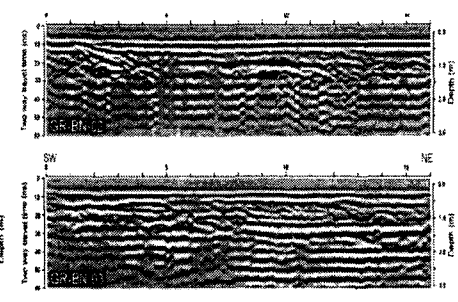
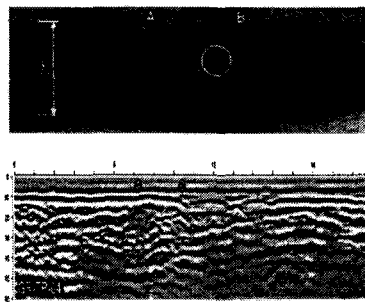
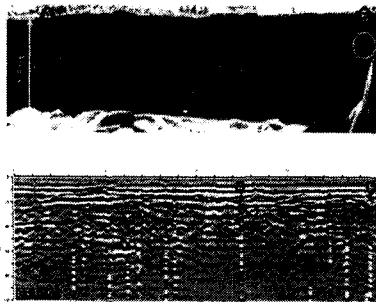


그림 6. 트렌치 GR-TP-03, 04 구간

그림 7. 트렌치 바닥 GR-BN-02, 03 구간

측선 10개의 구간 중에서 그림 6과 같이 GR-TP-03 구간(GRID 3)에서는 3~7m 또는 13~20m(㉠~㉡)의 구간에서 미고결 퇴적층의 최대 두께가 나타나져 있으며, 1m 보다 깊은 심도에서는 투과심도가 측방으로 심한 변화가 나타나고 있고, ㉢지역에서는 석기가 다수 출토되었다.

GR-TP-04 구간(GRID 4)에서는 0~6m 구간까지 최상부에 위치한 모래, 자갈층의 층서 변화를 나타내고 있으며, 깊이 1m 내외에서는 분포하는 자갈층이 불규칙한 반사면을 나타내고 있다.

그림 7에서는 트렌치 된 바닥면에서 측정된 지하레이다 반사단면으로 0.5m 정도의 심도까지 수평의

지층구조가 잘 나타나져 있고, 트렌치 된 바닥 하부에서는 모래와 실트가 많은 지층으로 반사면들이 연속적으로 양호한 지층을 나타내고 있으며, 측정된 단면의 1m 이상의 심도에서는 불규칙한 반사면이 나타나고 있다.

특히, GR-BN-02에서는 측방으로 투과 깊이의 변화가 잘 관찰되었고, 투과 깊이의 변화가 심한 지역과 불규칙한 반사면들이 대체로 모래와 자갈의 혼합층 내지 자갈층으로 추정되었다. 따라서 현재 트렌치 된 하부 지층도 상부와 같이 자갈이 많은 지층으로 판단되며, 이는 반복적으로 협재되어 있을 것으로 판단된다.

5. 결론

고고학적 유적지가 분포 예상되는 지역에서 비파괴 검사방법인 GPR 탐사방법으로 트렌치 조사 이전과 이후로 나누어서 각각 탐사한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

첫째, 전자파의 특성상 자갈층 또는 모래층에서의 반사가 점토 또는 실트질층보다는 반사가 잘 일어나므로 점토 및 실트가 많은 지층은 측방으로 연장성이 좋은 반면에 자갈 및 모래가 많은 지층에서는 불규칙한 반사면들로 구성되어 있는 것으로 판단되었다.

둘째, 트렌치 조사 이후의 바닥면 경계로 상부와 하부 지층에서도 자갈이 많은 지층이 반복적으로 협재되어 있었고, 이는 발굴이전에도 이 지역에서는 지속적으로 범람이 있었던 것으로 판단된다.

셋째, 트렌치 조사 이전에 실시한 GPR 탐사에서는 반사단면에서 관찰되는 불규칙적인 요철 모양의 반사면들이 나타나져 있으며, 이는 트렌치 조사 후에 지석묘 또는 다수의 석기가 출토된 것으로 확인되었다.

참고문헌

- 이종출, 이영대, 차성렬, 장호식(1998), GPS 보조에 의한 지하탐지 레이더 탐사, 대한토목학회 학술발표회 논문집(IV), pp. 385-388.
- 지반정보연구소(2002), 대구-부산간 고속도로 건설공사내 밀양살내유적 발굴조사.
- Davis, J.L and Annan, A.P.(1989), Ground Penetrating Radar for High Resolution Mapping of Soil and Rock Stratigraphy, Geophys, Prosp., pp. 531-551.
- Madsen, J.A., McGeary, S., Krantz, D.E., McIntire, S.S., Daniel, W.F. and Storlazzi, C.D.(1994), Ground Penetrating Radar Investigation of a Wetlands Replacement Site, Proc. of the 5th International Conference on Ground Penetrating Radar, Vol 2, pp. 831-841.